Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*

The effects of inductive learning activity on mathematical concepts and mathematical reasoning ability of relation of matayomsuksa iv students.

ณัฏฐปิญชาน์ พิชญาชมชื่น (Natthapincha Phitchayachomchuen)**
เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (Vetcharit Angganapattarakajorn)***
อาพันธ์ชนิต เจนจิต (Apunchanit Jenjit)****

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบ ศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (one-group posttest-only design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 47 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้เวลาในการทำวิจัยจำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการสอน 12 คาบ และเป็นการทดสอบ 2 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย จำนวน 7 แผน แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.716 และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.801 วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ t-test แบบ one sample

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

---

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

** นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์ 080-6787900 e-mail : teerayut_20042533@hotmail.com

*** รองศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

**** อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย/ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ ความสัมพันธ์

Abstract

The purposes of this research were to compare the student's mathematical concepts of relation and mathematical reasoning ability of Mathayomsuksa VI after using Instructional inductive model. The design of research is one-group posttest-only design. The subjects of this study were 47 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the 2014 academic year at Benchamaracharungsarit School, Chacheongsoa. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 14 periods, which each period is 50 minute, separate to teaching 12 periods and for posttest 2 periods. The instruments used in study were the 7 lesson plans, mathematical concepts of relation test with reliability of 0.716 and mathematical reasoning ability test with reliability of 0.801. The data were statistically analyzed by using t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematical concepts of relation of sample group after obtainiInstructional inductive model was statistically high than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

2. The mathematical reasoning ability of sample group after obtaining Instructional inductive model was statistically high than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

Keywords: Inductive learning activity/ Mathematical concepts /Mathematical reasoning ability/ Relation

บทนำ

แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด (4) "ระบุว่า มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 23 (4) การจัดการศึกษา ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสม ของแต่ละระดับการศึกษา ทั้งด้านความรู้ และทักษะด้านคณิตศาสตร์ และด้านภาษา เน้นการใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้อง มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและ
ความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา" (สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา, (องค์การมหาชน), 2544, หน้า 12-16) ซึ่งสอดคล้องกับเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

(2555, หน้า 1) ที่ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาระทั้ง 5 สาระ ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น แล้วนักเรียนต้องมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในงานหรือในชีวิตจริง (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 165) อีกทั้ง อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 3-5, 11) ยังได้กล่าวอีกว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ที่เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎีและที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยที่ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นของคู่กัน เมื่อมีความรู้จำเป็นต้องมีทักษะจึงสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

การเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งปัญหาหนึ่งคือการที่นักเรียนไม่สามารถแสดงหรืออ้างอิงเหตุผลได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 1) ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนสอบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลพบว่านักเรียนยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ (ชินภัทร ภูมิรัตน์, 2556, ออนไลน์) และ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิด เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนแสดงเหตุผลซึ่งทำให้นักเรียนไม่ทราบเหตุผลว่าที่ผิดนั้นผิดอย่างไร นอกจากนี้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554-2556 ซึ่งพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยที่เนื้อหาส่วนหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบนี้คือเนื้อหา เรื่องความสัมพันธ์ และจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ความสัมพันธ์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2546, หน้า 186-187) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 130-131) ที่ได้กล่าวว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน เรื่องความสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเนื้อหาเรื่องความสัมพันธ์ โดยไม่สามารถสรุปเนื้อหาออกมาเป็น หลักการ แนวคิด บทนิยาม กฎเกณฑ์ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ อีกทั้งนักเรียนยังไม่สามารถอธิบาย อ้างอิงหลักฐาน เสนอแนวคิด ในการให้เหตุผลประกอบคำตอบที่ถูกต้องได้ กล่าวคือไม่สามารถนำเหตุผลไปใช้ในการแก้โจทย์หรือปัญหาต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนหรือแม้แต่

ในชีวิตประจำวัน (เกียรติศักดิ์ มั่นจิตร, 25 มีนาคม 2557)

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการที่ผลการประเมินทางการศึกษาของนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ถึงแม้ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในด้านหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาแล้วก็ตาม แต่เป็นเพราะสภาพการเรียนการสอนยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเท่าที่ควร รวมทั้งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนด (ศศิธร แม้นสงวน, 2556 หน้า 339) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ มณีรัตน์ บุญท้วม (2555, หน้า 490) ได้กล่าวว่าสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำส่วนหนึ่งเกิดจากครูผู้สอนไม่จัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นครูควรปรับวิธีการเรียนการสอนด้วยการลดบทบาทของผู้สอนมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้เป็นกลุ่มหรือบุคคล ให้ผู้เรียนมีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็นและลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 62) ได้กล่าวว่า “การสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปนั้น ผู้สอนมักเป็นผู้วางแผนว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรให้กับผู้เรียน จากนั้นสอนมโนทัศน์ด้วยการอธิบาย แล้วให้ตัวอย่างที่หลากหลายตามนิยามหรือมโนทัศน์ที่จะสอน เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างที่สอนได้ แม้ว่าการสอนในปัจจุบันจะเน้นการให้ทางเลือกที่หลากหลายกับผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถพัฒนามโนทัศน์นั้นได้ด้วยตนเอง แต่ก็มีข้อจำกัดกรอบความคิดของผู้เรียนให้อยู่เฉพาะกรอบที่เตรียมมาทำให้นักเรียนมีแนวคิดและมุมมองไม่กว้างพอ”

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนควรต้องหาวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ รวมไปถึงความสามารถในการให้เหตุผล ตลอดจนสามารถสรุปเองได้ (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542, หน้า 145) วิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถจับหลักการหรือประเด็นได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ/แนวคิดหรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง/ข้อมูล/ความคิด/เหตุการณ์/สถานการณ์/ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ/แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียน มาให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ/แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ อื่น ๆ ได้อย่างเข้าใจ (ทิศนา แขมมณี, 2556, หน้า 340) ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 18) และ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549, หน้า 279) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยความเข้าใจ ขจัดข้อสงสัยและสามารถจำได้นาน ฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีโอกาสและมีส่วนร่วมในการค้นพบ และได้รับการฝึกให้รู้จักการสังเกตเปรียบเทียบ วิเคราะห์ ไปสู่การสรุป รวมไปถึงวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยยังสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง (Tennyson & Cocchiarella, 1986 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 37) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษางานวิจัยของกุลนิดา วรสารนันท์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมี

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ รวมไปถึงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยคาดว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยนี้จึงน่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่น่านำมาใช้ในคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การกิจกรรมเรียนรู้แบบอุปนัย
เรื่อง ความสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบอุปนัย

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอน เสนอตัวอย่างที่หลากหลายให้มากพอและอภิปรายถึงตัวอย่าง โดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ

3. ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุป เป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ที่ได้รับ ไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลายหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ

⇩

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 496 คน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน แบบคละความสามารถทางด้านการเรียน

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 47 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย จำนวน 12 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการวิจัย 14 คาบ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน 12 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
5. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
6. นักเรียน
7. เกณฑ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คู่อันดับที่เท่ากัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ผลคูณคาร์ทีเซียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความหมายและจำนวนความสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจง สมาชิก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การหาโดเมนและเรจน์ของความสัมพันธ์แบบบอกเงื่อนไข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อินเวอร์สของความสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง กราฟของความสัมพันธ์

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีค่าความตรงของเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.50 – 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 – 0.75 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.716

3. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.50 – 0.69 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.39 – 0.72 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.801

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชสฤษฎ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ เป็นระยะเวลา 12 คาบ

3. นำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ มาทดสอบเพื่อวัดแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ กับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ จำนวน 2 คาบ

4. ตรวจแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ แล้วให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one sample

2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ และตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้ตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์

ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ ได้จากการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	47	18	13.57	3.19	12.6	2.091*	.021

$*p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 2.091, p = .021) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	47	15	12.02	3.35	10.5	3.117*	.0015

$*p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 3.117, p = .0015) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สามารการอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยการนำเสนอตัวอย่าง เหตุการณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย และมากพอ ซึ่งทำให้นักเรียน ได้มีการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ หาลักษณะร่วม ในตัวอย่าง เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ผู้สอนได้นำเสนอซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามนำ เช่น คู่อันดับสองคู่อันดับใด ๆ จะเท่ากันเมื่อไร จงอธิบาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด สรุปความรู้ออกมาเป็น ทฤษฎีบท กฎ สูตร หลักการ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 1 คู่อันดับที่เท่ากัน ซึ่งครูยกตัวอย่าง คู่อันดับสองคู่อันดับใด ๆ ที่เท่ากัน และไม่เท่ากัน มาจนครบทุกกรณี และให้นักเรียนพิจารณาว่าคู่อันดับต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด ทำให้นักเรียนได้เปรียบเทียบลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ และสรุปออกมาเป็นมโนทัศน์ของตนเอง แล้วนำมโนทัศน์ที่สรุปนั้นมาเปรียบเทียบกับเพื่อน เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน และเพื่อให้สิ่งที่นักเรียนสรุปมานั้นถูกต้องยิ่งขึ้น ครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปมโนทัศน์ที่ได้มาอีกครั้ง นอกจากนี้นักเรียนยังได้นำมโนทัศน์ที่นักเรียนได้รับมาประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกเพื่อความเข้าใจมโนทัศน์ยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ออซูเบล (Ausubel, 1968, p. 505) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ คือ นักเรียนวิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งเร้าที่เหมือนกัน ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้มาสัมพันธ์กับระบบที่อยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด เลือกความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมสมาชิกทุก ๆ หน่วยภายในกลุ่ม คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมมาเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ เพื่อเป็นสื่อกลางในการทำความเข้าใจกับมโนทัศน์นั้น ๆ ได้ตรงกัน อันจะเป็นประโยชน์ในการถ่ายทอดมโนทัศน์ไปสู่กลุ่มอื่น ๆ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542, หน้า 22) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ โดยการสอนแบบอุปนัย ดังนี้ คือ ไม่บอกมโนทัศน์และความหมายมโนทัศน์นั้นให้แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้คัดเลือกว่า ตัวอย่างเหล่านี้ ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และให้สังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น สรุปอธิบายความหมายว่าเป็นอย่างไร

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยยังสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง (Tennyson & Cocchiarella, 1986 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 37) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการจัดกิจกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นดังนี้ คือ 1) ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่ 2) ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอน เสนอตัวอย่างที่หลากหลายให้มากพอและอภิปรายถึงตัวอย่าง โดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ 3) ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุป เป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง 5) ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ที่ได้รับ ไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลายหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ ซึ่งพบว่าในขั้นที่ 2 และ3 นักเรียนได้มีการสังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ จนสามารถสรุปออกมาเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หลักการ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ ในขั้นที่ 4 และในขั้นที่ 5 นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ทำแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างอื่น ๆ ที่ผู้สอนเตรียมไว้ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้รับยิ่งขึ้น

เนื่องจากผู้วิจัยได้สอนนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย พบว่าช่วงแรก มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถ สังเกต เปรียบเทียบลักษณะร่วม และสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ แต่บางส่วนไม่สามารถสรุปได้ เพราะนักเรียนอาจไม่คุ้นเคย เนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาครูจะบอกมโนทัศน์กับนักเรียนและให้นำไปใช้ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ และคอยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ เช่น ผู้สอนได้ยกตัวอย่างคู่อันดับสองคู่อันดับใด ๆ ที่เท่ากันและไม่เท่ากัน แล้วให้นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้เกี่ยวกับคู่อันดับที่เท่ากันและไม่เท่ากันว่าเป็นอย่างไร โดยครูถามนักเรียนว่า จากการสังเกตตัวอย่างข้างต้นนักเรียนนักเรียนลองพิจารณาถึงสมาชิกตัวหน้าและสมาชิกตัวหลังของคู่อันดับสองคู่อันดับใด ๆ ว่า คู่อันดับที่เท่ากันเป็นอย่างไร และคู่อันดับที่ไม่เท่ากันเป็นอย่างไร จนนักเรียนสามารถสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเอง แล้วผู้สอนและนักเรียนสรุปความรู้เป็นมโนทัศน์อีกครั้งเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น และให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ทำแบฝึกหัดที่เตรียมไว้ โดยที่ผู้สอนคอยสังเกตว่านักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ อุปนัย สามารถส่งเสริมและพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

นอกจากนี้จากผลการวิจัยที่พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวไปแล้วนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลนิดา วรสารนันท์ (2552, หน้า 87) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อย

ละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ/แนวคิดหรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ จนสรุปความรู้หลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง/ข้อมูล/ความคิด/เหตุการณ์/สถานการณ์/ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ/แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผล จนสามารถดึงหลักการ/แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ อื่น ๆ หรือกล่าวอย่างสั้น ๆ ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผลประกอบ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดหลักการ หรือสรุปความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 18) และ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549, หน้า 279) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยความเข้าใจ ขจัดข้อสงสัยและสามารถจำได้นาน ฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีโอกาสและมีส่วนร่วมในการค้นพบ และได้รับการฝึกให้รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ ไปสู่การสรุป

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการจัดกิจกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นดังนี้ คือ 1) ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่ 2) ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอน เสนอตัวอย่างที่หลากหลายให้มากพอและอภิปรายถึงตัวอย่าง โดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ 3) ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุป เป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง 5) ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ที่ได้รับ ไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลายหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ หรือการทำ ซึ่งพบว่าตั้งแต่ขั้นที่ 2 และ 3 นักเรียนได้มีการพิจารณาตัวอย่างที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผล ในทุกสถานการณ์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและหลากหลาย ครูใช้คำถามนำ เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลง จะเป็นอย่างไร ทำให้นักเรียนมีการฝึกการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล และสังเกตเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ ส่วนในขั้นที่ 4 พบว่านักเรียนนำลักษณะร่วมดังกล่าวมาสรุปเป็นหลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง และมีการนำเสนอข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการสรุป ต่อเพื่อน ๆ และครูผู้สอน เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ในขั้นที่ 5 นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกหัดที่เตรียมไว้ มีการคิดวิเคราะห์ แสดงเหตุผล

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

ประกอบคำตอบได้สมเหตุสมผล สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้สรุปความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ และเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้รับยิ่งขึ้น

เนื่องจากผู้วิจัยได้สอนนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย พบว่าช่วงแรก มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถที่จะสังเกต เปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ให้เหตุผลลักษณะร่วม และสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ แต่บางส่วนไม่สามารถคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลได้ เพราะนักเรียนอาจจะไม่คุ้นเคย เนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาครูสอนโดยวิธีหามาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ที่กำหนดให้ได้แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลในการหาคำตอบได้ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลประกอบการได้มาซึ่งคำตอบโดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลในทุกสถานการณ์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและหลากหลาย มีการใช้คำถามนำ เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” เช่น ผู้สอนได้ยกตัวอย่างเรื่องการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิก ให้นักเรียนแต่ละคน เปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลเกี่ยวกับโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร โดยครูถามนักเรียนว่าจากการสังเกตตัวอย่างในใบกิจกรรมนักเรียนลองพิจารณาดูว่าเซตของความสัมพันธ์ที่กำหนดเป็นอย่างไร โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์คืออะไร เพราะอะไร จนนักเรียนสามารถให้เหตุผลและสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเอง แล้วผู้สอนและนักเรียนสรุปพร้อมแสดงเหตุผลประกอบเกี่ยวกับข้อสรุปที่นักเรียนได้มาอีกครั้งเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น และให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลประกอบการทำแบบฝึกหัดที่เตรียมไว้หรือเนื้อหาอื่น ๆ ได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยฝึกให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลนำมาสู่การสร้างข้อสรุป และให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้

นอกจากนี้จากผลการวิจัยที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ (2553, หน้า 81) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนควรศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี ควรนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่หลากหลายและมากพอ ที่จะให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม และสรุปออกมาเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนโดยการใช้คำถามหรือการให้ผู้เรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อื่น ๆ เช่น เซต จำนวนจริง ฟังก์ชัน เป็นต้น

2. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) **จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)**

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.* กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กุลนิดา วรสารนันท์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกียรติศักดิ์ มั่นจิตร. (25 มีนาคม 2557) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ อำเภอ

Veridian E-Journal, Silpakorn University
ISSN 1906 – 3431

เมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา. สัมภาษณ์.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชินภัทร ภูมิรัตน์. (2556). *กพฐ. ชี้ สอบ GAT-PAT ไม่ได้วัดคุณภาพเด็ก*. เข้าถึงได้จาก http:// www.l3nr.org/posts/514806.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning)*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยา ระบบการพิมพ์.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Learning Mathematics Research).* มหาสารคราม: มหาวิทยาลัยมหาสารคราม.

ปิยนุช คนฉลาด. (2541). *วิธีสอนทั่วไป* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ชลบุรี:มหาวิทยาลัยบูรพา.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. (2549). *คณิตศาสตร์การศึกษาและการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 10). นนทบุรี:มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มณีรัตน์ บุญท้วม. (2555.). "การศึกษาผลการใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์(STAD) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมอนันต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6." Veridian E-Journal, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน) : 490.

รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2546). *การสร้างงานวิชัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์.*กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*.กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคริตศาสตร์ 2.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา, (องค์การมหาชน), (2547). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545.* ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 116/ตอนที่ 74 ก 19 สิงหาคม 2542.

อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.* กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ausubel, D. P. (1986). *Educational Psychology: A cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

ภาษาต่างประเทศ

Eggen, P. D., Kauchak, D. P., & Harder, R. J. (1979). *Strategies for Teacher Information Processing Models in the Classroom*. New Jersey : Englewood Cliffs Prentice – Hill.